SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA**

ZAVRŠNI RAD br. 6120

**DETEKCIJA ZUBA U ORTOPANTOMOGRAMIMA**

Miljenko Šuflaj

Zagreb, lipanj 2019.

IZVORNIK

# Uvod

Problem detekcije zuba u ortopantomogramima je naizgled jednostavan problem riješavaju li ga ljudi. Osobe koje nemaju kvalifikacije, tj. nisu stomatolozi mogu iznimno lagano pronaći zube te ih razrediti znaju li neke osnovne stvari o ljudskim zubima. Problemi nastaju kada trebao uočiti zube u slikama loše kvalitete ili uočiti zube loše kvalitete. U tom slučaju čak će i stručnjaci s vremena na vrijeme završiti s ćeškanjem po tjemenu. Kao i kod svakog problema, ljudi su vični tražiti spas u računalima koja u trenutku pisanja ovog rada posjeduju zaista zavidnu snagu obrade te su zasigurno izum koji je najviše pomogao razvoju znanosti u 21. stoljeću. Problem uočavanja zuba je problem čiji su ulazni parametri vizualni podražaji. Znanost još uvijek nije standardizirala pretvorbe vizualnih signala u jednoznačne tekstualne podatke, pa se stoga moramo baciti u granu neuroračunarstva, koja za jednu od podgrana svojata računalni vid. Problem detekcije zuba u području neuroračunarstva može se raščlaniti na 2 potproblema; problem pronalaska zuba (*engl. regression*) i problem razredbe zuba (*engl. classification*). Ovi problemi se uobičajeno rješavaju konvolucijskim živčanim mrežama (engl. convolutional neural networks) koje imaju sposobnost učenja damo li im dovoljno veliki skup označenih podataka. U neuroračunarstvu postoje još mnogi pristupi koje bismo mogli iskoristiti za rješavanje ovih problema, no u vrijeme pisanja ovog rada, konvolucijske živčane mreže su de facto standard rješavanja problema nalik ovome.

Usprkos tome što smo već rano odabrali tehniku rješavanja ovog problema, konvolucijske živčane mreže su vrlo općenita tehnika, korištena za mnogo različitih tipova problema predočenih vizualnim podražajima, pa ćemo, nakon što objasnimo osnovne pojmove potrebne za usvajanje osnovnog znanja o konvolucijskim živčanim mrežama pričati i o različitim inačicama i arhitekturama sustava za pronalazak i razredbu zuba.

# Sadržaj

[Uvod 4](#_Toc11092202)

[Sadržaj 5](#_Toc11092203)

[Uvod u konvolucijske živčane mreže 6](#_Toc11092204)

[Razmatrane arhitekture živčanih mreža 7](#_Toc11092205)

[Arhitektura RetinaNet 8](#_Toc11092206)

[Postupak pripreme i interpretacije podataka 9](#_Toc11092207)

[Rezultati 10](#_Toc11092208)

[Usporedba s drugim arhitekturama srodnog zadatka 11](#_Toc11092209)

[Zaključak 12](#_Toc11092210)

[LITERATURA 13](#_Toc11092211)

[NASLOV, SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI 14](#_Toc11092212)

[DODATAK 15](#_Toc11092213)

# Uvod u konvolucijske živčane mreže

Konvolucijske živčane mreže je jedna od mnogobrojnih inačica umjetnih živčanih mreža (*engl. aritificial neural networks*). Umjetne živčane mreže su računalni sustavi koji oponašaju živčane sustave u mozgovima životinja. Specifičnost takvih sustava je što uče promatranjem primjera bez da su unaprijed uhodani u neki specifični postupak rješavanja zadanog problema. U pogledu računalnog vida, umjetne živčane mreže uobičajeno uče promatranjem označenih objekata na foto ili videosadržaju dok se ne postigne zadovoljavajuća učestalost točnog zaključka za objekte koji se razmatraju.

## Umjetne živčane mreže

Općenito, umjetne živčane mreže sastoje od mnoštva osnovnih jedinica koje nazivamo neuronima koji su analogni s neuronima u mozgu životinja. Svaka veza između neurona, nalik sinapsama, prenosi signale iz jednog neurona u drugi. Uobičajeno je da neuroni prenose realne brojeve, dok se izlaz neurona računa primjenom odabrane funkcije, obično nelinearne, uvrštavanjem sume ulaza. Veze između neurona nazivamo rubovi (*engl. edges*) te je uobičajeno da oni sadrže koeficijent koji podešava snagu emisije signala. Taj koeficijent se najćešće mijenja tijekom učenja. Osim toga, moguće je postaviti prag ispod kojega se signal neće poslati.

Neurone uobičajeno ne gledamo kao autonomne jedinice, već u pogledu slojeva. Slojevi se razlikuju po funkcionalnosti, oni na različite načine preoblikuju ulaze, a u osnovnom slučaju imamo 2 sloja; ulazni i izlazni sloj. Broj neurona u ulaznom sloju mora se poklapati sa brojem značajki ulaza, dok se broj neurona u izlaznom sloju mora poklapati sa brojem značajki izlaza. Konkretno, želimo li neku rastersku sliku veličine 32x32 razvrstati u slike mačke, psa, kornjače ili zeca, naša živčana mreža imati će 1024 neurona u ulaznom sloju te 4 neurona u izlaznom sloju. Ograničenja osnovne arhitekture je što živčana mreža sa samo ulaznim i izlaznim slojem nema mogućnost rješavanja problema nelinearnih problema. Ovo je iz razloga što je živčana mreža tada samo reprezentacija jedne linearne kombinacije parametara iz ulaznog sloja koji se preslikavaju u 4 vrijednosti. Zbog toga se uvodi pojam skrivenih slojeva (*engl. hidden layers*).

Skriveni slojevi su svi slojevi između ulaznog i izlaznog sloja. Koriste se kada je problem prekompleksan za jednu linearnu kombinaciju parametara. Dok bi nam, u računalnom vidu, mreža bez skrivenih slojeva mogla prepoznati neke vrlo primitivne uzorke, trebali bi jedan skriveni sloj za detekciju rubova. Dodavanjem dodatnih skrivenih slojeva možemo dobiti sofisticiranije uočavanje složenijih značajki. Međutim, dodavanje skrivenih slojeva nije nešto što treba raditi preko mjere. Dodavanjem skrivenih slojeva povećavamo složenost, ali i specifičnost živčane mreže. Previše neurona može rezultirati preprilagođenošću (*engl. overfitting*). Isto tako, premalo neurona može rezultirati nedovoljnom prilagođenošću (*engl. underfitting*).

## Konvolucijske živčane mreže

Konvolucijske živčane mreže razlikuju se od tradicionalnih živčanih mreža po tome što se tijekom učenja podešavaju vrijednosti tzv. filtera. Filteri su zapravo vektori realnih vrijednosti koji se učenjem podešavaju, a tijekom zaključivanja (*engl. inference*) konvoliraju sa ulaznim podacima. Filteri mogu biti različitih veličina, a u praksi su najuobičajeni 1x1 i 3x3 filteri.

Konvolucijske živčane mreže su prve živčane preže učenja s učiteljem (engl. supervise learning) koje su postigle rezultate usporedive s ljudima za probleme koji se njima rješavaju.

Klasično, konvolucijske živčane mreže su razred dubokih živčanih šalji-naprijed (*engl. feed forward*) mreža. Uobičajeno je da imaju 1 ili više potpuno povezanih konvolucijskih slojeva. Također je uobičajeno da se težine (engl. weights) dijele između slojeva, te da se koristi

# Razmatrane arhitekture živčanih mreža

# Arhitektura RetinaNet

# Postupak pripreme i interpretacije podataka

# Rezultati

# Usporedba s drugim arhitekturama srodnog zadatka

# Zaključak

# LITERATURA

# NASLOV, SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

# DODATAK